

Review: Teknologi Surfaktan Non-Sulfat pada Kosmetik: Inovasi Surfaktan yang Aman untuk Kulit dan Lingkungan

M. Arif Lukman Hakim^{1*}, Adi permadi¹, Nurani Sofiana¹

¹Magister Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Jl. Ringroad Selatan, Kragilan, Tamanan Kec. Banguntapan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55191, Indonesia

*Corresponding Author: 2308054011@webmail.uad.ac.id

ABSTRAK

Surfaktan merupakan bahan kimia yang digunakan dalam produk kosmetik untuk mengangkat kotoran, lemak dan minyak dengan cara menurunkan tegangan permukaan. Setiap produk *cleansing* pada kosmetik pasti membutuhkan surfaktan, namun masih banyak produk yang menggunakan surfaktan yang memiliki ion sulfat dalam strukturnya. Hal ini akan berakibat pada rusaknya *skin barrier* pada kulit dan menyebabkan beberapa permasalahan kulit seperti iritasi, sensitasi, atopik dermatitis dan sebagainya. Surfaktan yang memiliki ion sulfat juga sulit untuk didegradasi secara alamiah sehingga akan menyebabkan terganggunya siklus hidrologi di perairan. Oleh karena banyaknya masalah yang ditimbulkan oleh ion sulfat pada surfaktan maka dikembangkan suatu surfaktan yang tidak memiliki ion sulfat dan biasa disebut sebagai surfaktan non sulfat. Surfaktan non sulfat biasanya termasuk dalam golongan asam amino surfaktan, *glucose* surfaktan dan *lipid* surfaktan. Terdapat beberapa kelebihan surfaktan non sulfat jika dibandingkan dengan surfaktan yang memiliki ion sulfat yaitu memiliki CMC (*critical micelle concentration*) dan tegangan permukaan yang lebih kecil jika dibandingkan dengan surfaktan yang memiliki ion sulfat, hal ini menyebabkan daya angkat lemak dan kotoran surfaktan non sulfat lebih baik jika dibandingkan dengan surfaktan yang memiliki ion sulfat. Surfaktan non sulfat juga memiliki daya *biodegradability* yang jauh lebih baik jika dibandingkan dengan surfaktan yang memiliki ion sulfat hal ini menyebabkan surfaktan non sulfat lebih mudah untuk terurai dengan sendirinya di alam dan tidak menimbulkan pencemaran air dan tidak mengganggu siklus hidrologi air. Surfaktan non sulfat juga lebih ringan dan aman jika dibandingkan dengan surfaktan yang memiliki ion sulfat sehingga mengurangi resiko terjadinya permasalahan kulit saat penggunaan seperti iritasi, atopik dermatitis, dan sensitasi. Ketiga faktor tersebut menjadi alasan utama bahwa surfaktan non sulfat memiliki sifat yang lebih baik dan dapat menggantikan surfaktan yang memiliki ion sulfat.

Kata kunci: *Biodegradability; Critical micelle concentration; Surfaktan non sulfat; Tegangan permukaan.*

ABSTRACT

Surfactants are chemical compounds employed in the manufacture of cosmetic products to facilitate the removal of dirt, fat and oil by reducing the surface tension of the skin. It is a fundamental tenet of the cosmetics industry that every cleansing product requires the use of surfactants. However, there are numerous products that utilise surfactants and yet still contain sulfate ions. Such effects may result in damage to the skin barrier, leading to a range of adverse effects on the skin, including irritation, sensitisation and atopic dermatitis, amongst others. Furthermore, surfactants containing sulfate ions are inherently resistant to biodegradation, which can disrupt the hydrological cycle in aquatic ecosystems. In view of the numerous issues associated with sulfate ions in surfactants, a surfactant devoid of these ions has been developed and is commonly designated a non-sulfate surfactant. Non-sulfate surfactants are typically classified within the amino acid surfactant, glucose surfactant, and lipid surfactant categories. Non-sulfate surfactants offer several advantages over those containing sulfate ions. They have a lower critical micelle concentration (CMC) and a smaller surface tension,

which enhances their ability to lift fat and dirt. Furthermore, non-sulfate surfactants exhibit superior biodegradability in comparison to surfactants containing sulfate ions. This attribute enables non-sulfate surfactants to undergo decomposition in a natural environment with minimal impact on the surrounding ecosystem, preventing water contamination and interference with the water hydrological cycle. Furthermore, non-sulfate surfactants are less hazardous and more innocuous than surfactants with sulfate ions. This reduces the likelihood of adverse effects on the skin, such as irritation, atopic dermatitis, and sensitization. These three factors collectively justify the superior properties of non-sulfate surfactants and their capacity to supplant surfactants with sulfate ions.

Keywords: Biodegradability; Critical micelle concentration; Non-sulfate surfactant; Surface tension.

1. PENDAHULUAN

Surfaktan merupakan salah satu bahan kimia yang secara luas digunakan dalam kosmetik untuk mengangkat kotoran dan kontaminan berbasis lemak dengan cara menurunkan tegangan permukaan (Wardana et al., 2019). Surfaktan memiliki dua bagian yang memiliki sifat kepolaran yang sangat berbeda. Satu sisi surfaktan memiliki bagian yang sangat larut dalam air (*hydrophilic head*) dan bagian lainnya sangat larut atau memiliki afinitas yang sangat tinggi terhadap lemak (*hydrophobic chain*), sehingga hal ini dapat meningkatkan dispersi atau pelarutan fase minyak ke dalam fase air yang pada kondisi normal tidak dapat bercampur (Khalfallah, 2024). Surfaktan merupakan bahan baku yang harus ada dalam produk *cleanser* seperti sabun, *shampoo* dan *make up remover*. Surfaktan bekerja dengan cara menurunkan tegangan permukaan pada kotoran/air dan kulit/air sehingga dapat mengangkat kotoran, sebum dan minyak di permukaan kulit (Li, 2020). Jika ditinjau dari proses pembuatannya, surfaktan dibedakan menjadi dua yaitu surfaktan sintetis dan surfaktan dari bahan alam, termasuk surfaktan yang berasal dari bakteri, kapang, dan khamir (Jose et al., 2024). Namun jika ditinjau dari ion yang terdapat pada surfaktan, surfaktan dibagi menjadi dua yaitu surfaktan dengan ion sulfat dan surfaktan non sulfat dimana kedua bahan tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda (Rahat et al., 2024).

Surfaktan yang memiliki ion sulfat masih sangat diminati oleh konsumen dan manufaktur, hal ini dikarenakan surfaktan yang memiliki ion sulfat memiliki daya angkat lemak dan *foam ability* yang sangat baik, namun surfaktan dengan ion sulfat seperti *sodium lauryl sulfate*, *sodium laureth sulfate*, *sodium dodecylbenzene sulfonate* juga dapat mendistorsi membrane sel, menyebabkan atopik dermatitis, eksim dan mengakibatkan iritasi pada kulit sehingga berpotensi dapat merusak *skin barrier* kulit (Ananthapadmanabhan et al., 2004; James-Smith et al., 2011; Leoty-Okombi et al., 2021). Ion sulfat pada perairan juga akan mengakibatkan beberapa masalah lingkungan. Ion sulfat pada perairan mengakibatkan menurunnya penyerapan oksigen di air sehingga mengganggu siklus hidrologi (Arora et al., 2022; Zak et al., 2021). Oleh karena itu, dikembangkan suatu surfaktan yang tidak mengandung ion sulfat seperti asam amino surfaktan, alkil poliglukosida surfaktan, dan betain surfaktan. Surfaktan non sulfat memiliki karakteristik yang lebih lembut di kulit dan memiliki daya biodegradasi yang sangat baik sehingga lebih ramah lingkungan dan lebih aman digunakan untuk semua jenis kulit baik kulit normal sampai sensitif (Barel et al., 2009; Schramm et al., 2003).

Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan kualitas surfaktan yang memiliki ion sulfat dan surfaktan non sulfat dari beberapa parameter seperti tegangan permukaan, daya degradasi, dan faktor keamanan dari surfaktan, sehingga didapatkan jenis surfaktan yang memiliki kemampuan mengangkat lemak yang baik namun juga aman terhadap kulit dan lingkungan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penyusunan artikel ini adalah studi literatur, dimana sumber - sumber yang dikutip berasal dari *article review*, *original research article* dan buku yang terakreditasi. Adapun kriteria inklusi dari sumber yang dikutip dalam artikel ini yaitu sumber harus berasal dari jurnal baik jurnal nasional ataupun jurnal internasional dan buku. Jurnal yang digunakan dapat berupa *article review* ataupun *original research article* yang diterbitkan oleh penerbit yang terakreditasi, sedangkan buku yang dikutip harus memiliki nomor ISBN (*International Standard Book Number*). Sumber yang dikutip pada artikel ini telah dipublikasikan antara tahun 1983 sampai 2024. Proses penyeleksian jurnal sumber kutipan dibagi menjadi dua tahap yaitu tahap pertama dan tahap kedua.

Penyaringan pertama dilakukan terhadap 86 jurnal yang didapatkan melalui *google scholar*, *science gate*, *SAGE journals*, dan *national library of medicine*. Kriteria inklusi yang digunakan untuk penyaringan tahap pertama adalah tahun publikasi, topik penelitian yang berhubungan dengan artikel (penyaringan dilakukan pada abstrak) dan jenis sumber (hanya berupa *review article*, *original research* dan buku). Jurnal yang dipublikasikan kurang dari tahun 1983, dan jenis literatur yang tidak relevan (majalah ilmiah, dan jurnal pengabdian masyarakat) dikeluarkan dari sumber yang akan dikutip pada artikel ini. Setelah proses penyaringan pertama, 65 jurnal dianggap layak untuk memasuki tahap penyaringan kedua.

Penyaringan tahap kedua, 65 sumber yang dipilih berdasarkan kriteria inklusi pada penyaringan pertama disaring kembali berdasarkan kesesuaiannya pada topik artikel. Kriteria inklusi pada penyaringan tahap kedua yaitu sumber harus membahas topik atau menyajikan data minimal salah satu dari *critical micelle concentration* (CMC), kemampuan surfaktan untuk menurunkan tegangan permukaan, berapa waktu yang dibutuhkan agar surfaktan dapat terurai dengan jenis bakteri tertentu, dan kemampuan surfaktan untuk mengiritasi kulit yang dibuktikan dengan data *in vivo patch test*. Sumber yang tidak memiliki salah satu dari kriteria inklusi tersebut maka dikeluarkan dari sumber yang akan dikutip. Pada proses penyaringan kedua 49 sumber baik *review article*, *original research* dan buku dianggap relevan dan 24 sumber dinyatakan tidak relevan dengan artikel ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada artikel review ini, terdapat tiga parameter uji yang akan dibandingkan untuk mengetahui keunggulan dan kekurangan dari surfaktan yang memiliki ion sulfat dan surfaktan non sulfat. Ketiga parameter tersebut adalah *critical micelle concentration*, kemampuan degradasi dan faktor keamanan untuk kulit.

3.1 Critical Micelle Concentration Penurunan Tegangan Permukaan Surfaktan.

Critical micelle concentration atau CMC merupakan konsentrasi minimum dimana molekul-molekul surfaktan berasosiasi untuk membentuk misel (Amran, 2008). CMC merupakan sifat yang sangat penting yang harus diketahui dalam pemilihan surfaktan, hal ini dikarenakan CMC mempengaruhi beberapa sifat penting surfaktan seperti kekuatan mengangkat noda dan toksisitas (Perinelli et al., 2020). Suatu surfaktan dapat dinyatakan efektif untuk menurunkan tegangan permukaan dan mengangkat noda jika konsentrasi surfaktan pada pelarut lebih dari CMC, namun semakin tinggi konsentrasi yang dipakai maka semakin tinggi pula sifat toksisitas dan potensi iritasi pada kulit yang dimiliki oleh surfaktan tersebut (Ríos et al., 2017). Perbandingan nilai CMC dan penurunan tegangan permukaan antara surfaktan yang memiliki ion sulfat dan non sulfat dapat dilihat pada Tabel 1.

Nilai CMC pada surfaktan sangat bergantung pada panjangnya rantai hidrofobik (menarik minyak) pada suatu surfaktan. Semakin rendah nilai CMC maka semakin rendah pula konsentrasi surfaktan yang dibutuhkan untuk mengangkat noda (K. C. Cheng et al., 2020). Namun CMC bukan satu satunya faktor untuk menilai efektivitas surfaktan dalam mengangkat kotoran. Tegangan permukaan yang dihasilkan

oleh surfaktan merupakan hal yang paling berpengaruh untuk menilai efektivitas surfaktan untuk mengangkat kotoran. Semakin kecil tegangan permukaan yang diakibatkan oleh surfaktan maka semakin baik surfaktan dalam bekerja untuk mengangkat kotoran (Uzwatania et al., 2017).

Tabel 1. Nilai CMC dan Penurunan Tegangan Permukaan Beberapa Jenis Surfaktan.

No	Nama Surfaktan	Jenis Surfaktan	CMC (mM)	γ_{CMC} $\left(\frac{mN}{m}\right)$	Sumber
1	<i>Sodium Lauroyl Isethionate</i>	Non Sulfat	5,4	37,9	(Jeraal et al., 2018)
2	<i>Sodium Lauroyl Sarcosinate</i>	Non Sulfat	9,5	41	(Bordes & Holmberg, 2015)
3	<i>Lauryl Glucoside</i>	Non Sulfat	0,17	22,5	(Gao et al., 2014)
4	<i>Decyl Glucoside</i>	Non Sulfat	0,17	28	(Cárdenas et al., 2024)
5	<i>Cocamidopropyl Betaine</i>	Non Sulfat	0,138	27,1	(Wei et al., 2021)
6	<i>Disodium Laureth Sulfosuccinate</i>	Non Sulfat	0,055	27,9	(Gao et al., 2014)
7	<i>Sodium Lauryl Sulfate</i>	Ion Sulfat	8	39	(Rosen & Kunjappu, 2012)
8	<i>Alkyl Dodecyl Sulfate</i>	Ion Sulfat	6	34	(Hernáinz & Caro, 2002; Perinelli et al., 2020)
9	<i>Sodium Laureth Sulfate</i>	Ion Sulfat	2,9	31	(Rosen & Kunjappu, 2012)

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa surfaktan yang memiliki nilai CMC paling kecil adalah *disodium laureth sulfosuccinate*, artinya surfaktan *disodium laureth sulfosuccinate* membutuhkan konsentrasi yang sangat kecil (0,055 mM) untuk membentuk misel dan menurunkan tegangan permukaan dari minyak dan air. Namun jika ditinjau dari kemampuan suatu surfaktan untuk menurunkan tegangan permukaan, maka *disodium laureth sulfosuccinate* kurang efektif untuk mengangkat lemak jika dibandingkan dengan *lauryl glucoside* yang memiliki penurunan tegangan permukaan sebesar 22,5 mN/m. Secara umum surfaktan yang memiliki ion sulfat memiliki CMC yang lebih besar jika dibandingkan dengan surfaktan non sulfat. artinya surfaktan yang memiliki ion sulfat membutuhkan konsentrasi yang lebih besar untuk membentuk misel dan menurunkan tegangan permukaan jika dibandingkan dengan surfaktan non sulfat, namun jika dilihat dari kemampuan mengangkat noda dan lemak pada konsentrasi CMC, nilai tegangan permukaan yang dihasilkan oleh surfaktan yang memiliki ion sulfat cenderung lebih tinggi jika dibandingkan dengan surfaktan non sulfat, sehingga surfaktan non sulfat lebih efektif untuk mengangkat kotoran dan lemak jika dibandingkan dengan surfaktan yang memiliki ion sulfat, hal ini berdampak positif terhadap penggunaan surfaktan yang rendah pada produk kosmetik sehingga memperkecil resiko terjadinya iritasi pada kulit. Jika dilihat data pada Tabel 1 dari enam jenis surfaktan non sulfat hanya dua jenis yang memiliki nilai CMC dan tegangan permukaan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan surfaktan yang memiliki ion sulfat yaitu *sodium lauroyl isethionate* dan *sodium lauroyl sarcosinate*.

3.2 Kemampuan *Biodegradability* Surfaktan.

Surfaktan konvensional berasal dari oleokimia (bagian ekor) dan petrokimia (bagian kepala) yang dihubungkan dengan ikatan kimia sehingga memiliki sifat amfifilik. Oleokimia yang digunakan dalam pembuatan surfaktan konvensional berasal dari minyak kelapa dan minyak kelapa sawit, sedangkan petrokimia yang digunakan berasal dari bahan bakar fosil. Surfaktan konvensional biasanya tidak bersifat *biodegradable* sehingga sukar untuk terdegradasi secara alamiah dan mengakibatkan pencemaran lingkungan (Foley et al., 2012; Patel, 2003). *Biodegradability* merupakan kemampuan

suatu bahan untuk terurai secara alamiah oleh mikroorganisme baik bakteri, kapang dan khamir. Surfaktan yang dapat terurai secara alamiah biasa disebut sebagai *biodegradable surfactant* (Renung, 2015). Pada sub-bab ini akan dibandingkan kemampuan *biodegradable* dari beberapa jenis surfaktan baik surfaktan yang memiliki ion sulfat dan non sulfat. Kemampuan *biodegradability* dari beberapa jenis surfaktan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kemampuan *Biodegradability* dari Beberapa Jenis Surfaktan.

No	Nama Surfaktan	Jenis Surfaktan	Waktu (hari)	% Degradasi	% Degradasi per hari	Sumber
1	<i>Sodium Lauroyl Sarcosinate</i>	Non Sulfat	28	82	2.93	(Mustahil et al., 2019)
2	<i>Lauryl Glucoside</i>	Non Sulfat	7	92	13,14	(Chowdhury et al., 2021)
3	<i>Decyl Glucoside</i>	Non Sulfat	7	98	14	(Chowdhury et al., 2021)
4	<i>Cocamidopropyl Betaine</i>	Non Sulfat	14	91,55	6,53	(Merkova et al., 2018)
5	<i>Di(2-ethyl hexyl)Sulfosuccinate</i>	Non Sulfat	8	50	6.25	(Tyagi, 2006)
6	<i>Sodium Lauryl Sulfate</i>	Ion Sulfat	76	77,78	1,02	(Z. Cheng et al., 2018)
7	<i>Alkyl Dodecyl Sulfate</i>	Ion Sulfat	6	25	4,16	(Fedeila et al., 2018)
8	<i>Sodium Laureth Sulfate</i>	Ion Sulfat	6	15	2,5	(Paulo et al., 2017)

Biodegradasi surfaktan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu karakteristik kimia surfaktan (struktur kimia dan toksisitas), kondisi lingkungan (pH, ketersediaan nutrisi dan suhu) dan jenis mikroorganisme (beberapa bakteri, kapang dan khamir memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mendegradasi surfaktan), serta metode pengolahan (bioremediasi dan aerasi) (Budiawan et al., 2010; Sopiah, 2006). Surfaktan dengan struktur kimia yang kompleks atau rantai karbon yang panjang lebih sulit untuk terdegradasi. Sifat toksisitas dari surfaktan juga merupakan hal yang sangat berpengaruh bagi kemampuan *biodegradability* surfaktan, hal ini dikarenakan surfaktan yang toksik cenderung untuk mengurangi aktivitas mikroorganisme dan memperlambat proses degradasi (Budiawan et al., 2010). Kemampuan surfaktan untuk terdegradasi secara alamiah dapat dilihat pada Tabel 2, dimana surfaktan yang memiliki kemampuan yang sangat baik untuk terdegradasi secara alamiah adalah *decyl glucoside* dan *lauryl glucoside* yang dapat terdegradasi secara berturut-turut sebesar 14% dan 13,14% per hari. Sedangkan surfaktan yang memiliki kemampuan degradasi yang kurang baik terdapat pada jenis *sodium lauryl sulfate* dan *sodium laureth sulfate* yang dapat terdegradasi secara berturut-turut 1,02% dan 2,50% per hari. Dari 6 jenis surfaktan non sulfat hanya satu jenis surfaktan yang memiliki daya biodegradasi yang kurang baik yaitu *sodium lauroyl sarcosinate* (*Biodegradability* dari *sodium lauroyl sarcosinate* lebih kecil jika dibandingkan dengan *sodium dodecyl sulfate*). Secara umum surfaktan non sulfat lebih mudah didegradasi dibandingkan dengan surfaktan yang memiliki ion sulfat, hal ini dikarenakan struktur dari surfaktan non sulfat yang memiliki banyak cabang dan sifat yang tidak toksik sehingga dapat mudah terdegradasi dengan bantuan mikroorganisme.

3.3 Potensi Iritasi dan Sensitasi Pada Kulit.

Selain kemampuan untuk mengangkat lemak dan minyak dari anggota badan, salah satu faktor yang menjadi *concern* dari pemilihan surfaktan adalah faktor keamanan. Sebagian besar surfaktan akan memicu peradangan ketika dioleskan pada kulit, oleh karena itu surfaktan diklasifikasikan sebagai bahan yang iritan (Salomon & Giordano-Labadie, 2022). Sifat iritan dari surfaktan disebabkan oleh kemampuan surfaktan yang dapat melarutkan membran lipid yang berfungsi untuk meningkatkan permeabilitas kulit, selain itu surfaktan juga berikatan dengan keratin dan protein jaringan lainnya yang dapat mengakibatkan *edema stratum korneum* dan kerusakan jaringan (Effendy & Maibach, 1995). Salah satu masalah yang sering diakibatkan oleh surfaktan adalah kekeringan pada kulit. Untuk mengatasi masalah tersebut biasanya produsen *personal care* akan mencampur surfaktan anionik dengan surfaktan non ionik. Namun hal ini tidak menjadi solusi sehingga diciptakanlah suatu surfaktan yang sangat lembut dan cocok untuk segala jenis kulit. Surfaktan yang memiliki sifat lembut merupakan golongan asam amino, polisakarida dan lipid (Damien & Boncheva, 2010).

Pengujian potensi iritasi dan sensitasi kepada kulit manusia merupakan cara yang paling efektif dilakukan untuk menilai potensi iritasi dan sensitasi surfaktan terhadap kulit manusia. Pengujian secara langsung surfaktan terhadap kulit manusia untuk mengetahui suatu surfaktan dapat menyebabkan beberapa masalah kulit seperti *irritant*, *contact dermatitis*, *allergical contact dermatitis* dan *statis dermatitis* disebut dengan *in vivo patch test* (Garg et al., 2021). *Patch test* dilakukan dengan mengoleskan sediaan surfaktan dengan konsentrasi tertentu ke bagian tubuh partisipan dan dibiarkan selama waktu tertentu dan periode tertentu (48 jam selama 7 hari atau 24 jam selama 14 hari), selanjutnya dokter kulit akan memeriksa apakah ada tanda-tanda masalah pada kulit atau tidak. Masalah pada kulit ditandai dengan kemerahan, gatal-gatal, bengkak pada area kulit yang diberi perlakuan (Kumar & Paulose, 2014; Untari & Robiyanto, 2018). Data perbandingan potensi iritasi dan sensitasi pada kulit menggunakan beberapa jenis surfaktan baik surfaktan non sulfat ataupun surfaktan yang memiliki ion sulfat dilampirkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Iritasi dan sensitasi Surfaktan Menggunakan Metode *Patch test*.

No	Jenis Preservatif	Jenis Surfaktan	Hasil	Sumber
1	<i>Sodium Cocoyl Isethionate</i>	Non Sulfat	Tidak menimbulkan reaksi iritasi dan alergi hingga konsentrasi 47,50% jika diaplikasikan untuk manusia. Konsentrasi <i>Sodium cocoyl isethionate</i> yang direkomendasikan pada rentang (1% - 44,90% untuk produk <i>rinse off</i>)	(Burnett et al., 2017)
2	<i>Sodium Lauroyl Sarcosinate</i>	Non Sulfat	<i>Sodium lauroyl sarcosinate</i> tidak menimbulkan iritasi dan sensitasi hingga konsentrasi 30% jika diaplikasikan untuk manusia (skor iritasi 0,8/8,0 yang artinya tidak menimbulkan iritasi).	(Lanigan, 2001)
3	<i>Lauryl Glucoside</i>	Non Sulfat	<i>Lauryl Glucoside</i> tidak menimbulkan iritasi dan sensitasi pada kulit manusia hingga konsentrasi 5%.	(Fiume et al., 2013)

4	<i>Decyl Glucoside</i>	Non Sulfat	<i>Lauryl Glucoside</i>	tidak menimbulkan iritasi dan sensitasi pada kulit manusia hingga konsentrasi 5%.	(Fiume et al., 2013)
5	<i>Cocamidopropyl Betaine</i>	Non Sulfat	<i>Cocamidopropyl betaine</i>	tidak menimbulkan iritasi hingga konsentrasi 6.0% dan tidak menimbulkan sensitasi hingga konsentrasi 10%.	(Liebert, Inc., 1991)
6	<i>Disodium Laureth Sulfosuccinate</i>	Non Sulfat	<i>Disodium laureth sulfosuccinate</i>	pada konsentrasi 10% dapat menyebabkan <i>erythema</i> (mild surfactant)	(Johnson et al., 2015)
7	<i>Sodium Laureth Sulfate</i>	Ion Sulfat	<i>Sodium laureth sulfate</i>	pada konsentrasi 0,5%. Menyebabkan sedikit iritasi dan tidak ada sensitasi	(Liebert, Inc., 1983)
8	<i>Sodium Lauryl Sulfate</i>	Ion Sulfat	<i>Sodium lauryl sulfate</i>	pada konsentrasi 1% dapat menyebabkan eritema pada kulit manusia	(Liebeer, Inc, 1983)

Setiap surfaktan di Tabel 3 memiliki batasan tertentu dimana jika melewati batas tersebut maka akan lebih berpotensi untuk menyebabkan iritasi dan sensitasi. Pada kasus ini, surfaktan non sulfat baru mengalami iritasi pada manusia di konsentrasi 5% sedangkan untuk surfaktan yang memiliki ion sulfat mengalami iritasi ringan mulai dari konsentrasi 0,5%. Hal ini menunjukkan bahwa surfaktan non sulfat lebih lembut dan lebih tidak iritan jika dibandingkan dengan surfaktan yang memiliki ion sulfat.

4. KESIMPULAN

Surfaktan non sulfat merupakan surfaktan yang tidak memiliki ion sulfat dan sangat potensial digunakan dalam industri kosmetik. Surfaktan non sulfat memiliki beberapa kelebihan yaitu memiliki *critical micelle concentration* yang lebih rendah jika dibandingkan dengan surfaktan yang memiliki ion sulfat sehingga dapat lebih efisien bekerja untuk mengangkat kotoran dan lemak pada konsentrasi surfaktan yang rendah. Surfaktan non sulfat juga memiliki daya *biodegradability* yang jauh lebih baik jika dibandingkan dengan surfaktan yang memiliki ion sulfat sehingga dapat terdegradasi di alam dengan waktu relatif lebih cepat sehingga tidak menyebabkan pencemaran lingkungan. Surfaktan non sulfat dari segi keamanan terhadap kulit juga memiliki sifat yang lebih ringan sehingga memiliki toleransi konsentrasi yang lebih tinggi untuk mencegah terjadinya iritasi pada kulit jika dibandingkan dengan surfaktan yang memiliki ion sulfat. Dari beberapa pertimbangan tersebut maka surfaktan non sulfat sangat sesuai untuk menjadi bahan baku kosmetika.

DAFTAR PUSTAKA

- Amran, A. (2008). Pengaruh Garam-garam Nitrat Terhadap Konsentrasi Miselisasi Kritis (CMC, Critical Micellization Concentration) Saponin. *Journal of Sainstek*, XI(1), 69–73.
- Ananthapadmanabhan, K. P., Moore, D. J., Subramanyan, K., Misra, M., & Meyer, F. (2004). Cleansing Without Compromise: The Impact of Cleansers On The Skin Barrier and The Technology Of

- Mild Cleansing. *Dermatologic Therapy*, 17(s1), 16–25. <https://doi.org/10.1111/j.1396-0296.2004.04S1002.x>
- Arora, J., Ranjan, A., Chauhan, A., Biswas, R., Rajput, V. D., Sushkova, S., Mandzhieva, S., Minkina, T., & Jindal, T. (2022). Surfactant Pollution, An Emerging Threat to Ecosystem: Approaches for Effective Bacterial Degradation. *Journal of Applied Microbiology*, 133(3), 1229–1244. <https://doi.org/10.1111/jam.15631>
- Barel, A. O., Paye, M., & Maibach, H. I. (Eds.). (2009). *Handbook of Cosmetic Science and Technology* (3rd ed). Informa Healthcare.
- Bordes, R., & Holmberg, K. (2015). Amino Acid-Based Surfactants – Do They Deserve More Attention? *Advances in Colloid and Interface Science*, 222, 79–91. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2014.10.013>
- Budiawan, Fatisa, Y., & Khairani, N. (2010). Optimasi Biodegradabilitas dan Uji Toksisitas Hasil degradasi Surfaktan Linear Alkil Benzena Sulfonat (LAS) Sebagai Bahan Deterjen Pembersih. *MAKARA of Science Series*, 13(2). <https://doi.org/10.7454/mss.v13i2.410>
- Burnett, C. L., Heldreth, B., Bergfeld, W. F., Belsito, D. V., Hill, R. A., Klaassen, C. D., Liebler, D. C., Marks, J. G., Shank, R. C., Slaga, T. J., Snyder, P. W., & Andersen, F. A. (2017). Amended Safety Assessment of Isethionate Salts as Used in Cosmetics. *International Journal of Toxicology*, 36(1_suppl), 5S-16S. <https://doi.org/10.1177/1091581816685552>
- Cárdenas, H., Kamrul-Bahrin, M. A. H., Seddon, D., Othman, J., Cabral, J. T., Mejía, A., Shahrudin, S., Matar, O. K., & Müller, E. A. (2024). Determining Interfacial Tension and Critical Micelle Concentrations of Surfactants From Atomistic Molecular Simulations. *Journal of Colloid and Interface Science*, 674, 1071–1082. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2024.07.002>
- Cheng, K. C., Khoo, Z. S., Lo, N. W., Tan, W. J., & Chemmangattuvalappil, N. G. (2020). Design and Performance Pptimisation of Detergent Product Containing Binary Mixture of Anionic-Nonionic Surfactants. *Heliyon*, 6(5), e03861. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03861>
- Cheng, Z., Wei, Y., Zhang, Q., Zhang, J., Lu, T., & Pei, Y. (2018). Enhancement of Surfactant Biodegradation With an Anaerobic Membrane Bioreactor by Introducing Microaeration. *Chemosphere*, 208, 343–351. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.06.001>
- Chowdhury, S., Rakshit, A., Acharjee, A., & Saha, B. (2021). Biodegradability and Biocompatibility: Advancements in Synthetic Surfactants. *Journal of Molecular Liquids*, 324, 115105. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2020.115105>
- Damien, F., & Boncheva, M. (2010). The Extent of Orthorhombic Lipid Phases in the Stratum Corneum Determines the Barrier Efficiency of Human Skin In Vivo. *Journal of Investigative Dermatology*, 130(2), 611–614. <https://doi.org/10.1038/jid.2009.272>
- Effendy, I., & Maibach, H. I. (1995). Surfactants and experimental Irritant Contact Dermatitis. *Journal of Contact Dermatitis*, 332, 217–225.
- Fedeila, M., Hachaïchi-Sadouk, Z., Bautista, L. F., Simarro, R., & Nateche, F. (2018). Biodegradation of Anionic Surfactants by *Alcaligenes faecalis*, *Enterobacter cloacae* and *Serratia marcescens* Strains Isolated from Industrial Wastewater. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 163, 629–635. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.07.123>
- Fiume, M. M., Heldreth, B., Bergfeld, W. F., Belsito, D. V., Hill, R. A., Klaassen, C. D., Liebler, D., Marks, J. G., Shank, R. C., Slaga, T. J., Snyder, P. W., & Andersen, F. A. (2013). Safety Assessment of Decyl Glucoside and Other Alkyl Glucosides as Used in Cosmetics. *International Journal of Toxicology*, 32(5_suppl), 22S-48S. <https://doi.org/10.1177/1091581813497764>

- Foley, P., Kermanshahi Pour, A., Beach, E. S., & Zimmerman, J. B. (2012). Derivation and Synthesis of Renewable Surfactants. *Chem. Soc. Rev.*, 41(4), 1499–1518. <https://doi.org/10.1039/C1CS15217C>
- Gao, Y., Yang, X., Bai, L., & Zhang, J. (2014). Preparation and Physicochemical Properties of Disodium Lauryl Glucoside Sulfosuccinate. *Journal of Surfactants and Detergents*, 17(4), 603–608. <https://doi.org/10.1007/s11743-013-1561-2>
- Garg, V., Brod, B., & Gaspari, A. A. (2021). Patch Testing: Uses, Systems, Risks/Benefits, and Its Role in Managing The Patient With Contact Dermatitis. *Clinics in Dermatology*, 39(4), 580–590. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2021.03.005>
- Hernáinz, F., & Caro, A. (2002). Variation of Surface Tension in Aqueous Solutions of Sodium Dodecyl Sulfate In The Flotation Bath. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 196(1), 19–24. [https://doi.org/10.1016/S0927-7757\(01\)00575-1](https://doi.org/10.1016/S0927-7757(01)00575-1)
- James-Smith, M. A., Hellner, B., Annunziato, N., & Mitragotri, S. (2011). Effect of Surfactant Mixtures on Skin Structure and Barrier Properties. *Annals of Biomedical Engineering*, 39(4), 1215–1223. <https://doi.org/10.1007/s10439-010-0190-4>
- Jeraal, M. I., Roberts, K. J., McRobbie, I., & Harbottle, D. (2018). A Process Focused Synthesis, Crystallization and Physicochemical Characterization of Sodium Lauroyl Isethionate. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 6(2), 2667–2675. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.7b04237>
- Johnson, W., Heldreth, B., Bergfeld, W. F., Belsito, D. V., Hill, R. A., Klaassen, C. D., Liebler, D. C., Marks, J. G., Shank, R. C., Slaga, T. J., Snyder, P. W., & Andersen, F. A. (2015). Safety Assessment of Alkyl PEG Sulfosuccinates as Used in Cosmetics. *International Journal of Toxicology*, 34(2_suppl), 70S-83S. <https://doi.org/10.1177/1091581815594755>
- Jose, B.-M., Raquel, B., Adriana, A., Teresa, G., & Deisi, A.-V. (2024). Surfactin as an Ingridient in Cosmetic Industry: Benefits and Trends. *International Journal of Cosmetic Science*, 46(702), 702–716.
- Khalfallah, A. (2024). Structure and Applications of Surfactants. In O. Owoseni (Ed.), *Surfactants—Fundamental Concepts and Emerging Perspectives*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.111401>
- Kumar, P., & Paulose, R. (2014). Patch Testing in Suspected Allergic Contact Dermatitis to Cosmetics. *Dermatology Research and Practice*, 2014, 1–5. <https://doi.org/10.1155/2014/695387>
- Lanigan, R. S. (2001). Final Report on the Safety Assessment of Cocoyl Sarcosine, Lauroyl Sarcosine, Myristoyl Sarcosine, Oleoyl Sarcosine, Stearoyl Sarcosine, Sodium Cocoyl Sarcosinate, Sodium Lauroyl Sarcosinate, Sodium Myristoyl Sarcosinate, Ammonium Cocoyl Sarcosinate, and Ammonium Lauroyl Sarcosinate. *International Journal of Toxicology*, 20(1), 1–14.
- Leoty-Okombi, S., Gillaizeau, F., Leuillet, S., Douillard, B., Le Fresne-Languille, S., Carton, T., De Martino, A., Moussou, P., Bonnaud-Rosaye, C., & André, V. (2021). Effect of Sodium Lauryl Sulfate (SLS) Applied as a Patch on Human Skin Physiology and Its Microbiota. *Cosmetics*, 8(1), 6. <https://doi.org/10.3390/cosmetics8010006>
- Li, Z. (2020). Modern Mild Skin Cleansing. *Journal of Cosmetics, Dermatological Sciences and Applications*, 10(02), 85–98. <https://doi.org/10.4236/jcdsa.2020.102009>
- Lieber, Inc, M. A. (1983). 7 Final Report on the Safety Assessment of Sodium Lauryl Sulfate and Ammonium Lauryl Sulfate. *Journal of the American College of Toxicology*, 2(7), 127–181. <https://doi.org/10.3109/10915818309142005>

- Liebert, Inc., M. A. (1983). 1 Final Report on the Safety Assessment of Sodium Laureth Sulfate and Ammonium Laureth Sulfate. *Journal of the American College of Toxicology*, 2(5), 1–34. <https://doi.org/10.3109/10915818309140713>
- Liebert, Inc., M. A. (1991). Final Report on the Safety Assessment of Cocamidopropyl Betaine. *Journal of the American College of Toxicology*, 10(1), 33–52. <https://doi.org/10.3109/10915819109078621>
- Merkova, M., Zalesak, M., Ringlova, E., Julinova, M., & Ruzicka, J. (2018). Degradation of the Surfactant Cocamidopropyl Betaine by Two Bacterial Strains Isolated From Activated Sludge. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 127, 236–240. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2017.12.006>
- Mustahil, N. A., Baharuddin, S. H., Abdullah, A. A., Reddy, A. V. B., Abdul Mutalib, M. I., & Moniruzzaman, M. (2019). Synthesis, Characterization, Ecotoxicity and Biodegradability Evaluations of Novel Biocompatible Surface Active Lauroyl Sarcosinate Ionic Liquids. *Chemosphere*, 229, 349–357. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.05.026>
- Patel, M. (2003). Surfactants Based on Renewable Raw Materials: Carbon Dioxide Reduction Potential and Policies and Measures for the European Union. *Journal of Industrial Ecology*, 7(3–4), 47–62. <https://doi.org/10.1162/108819803323059398>
- Paulo, A. M. S., Aydin, R., Dimitrov, M. R., Vreeling, H., Cavaleiro, A. J., García-Encina, P. A., Stams, A. J. M., & Plugge, C. M. (2017). Sodium Lauryl Ether Sulfate (SLES) Degradation by Nitrate-Reducing Bacteria. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 101(12), 5163–5173. <https://doi.org/10.1007/s00253-017-8212-x>
- Perinelli, D. R., Cespi, M., Lorusso, N., Palmieri, G. F., Bonacucina, G., & Blasi, P. (2020). Surfactant Self-Assembling and Critical Micelle Concentration: One Approach Fits All? *Langmuir*, 36(21), 5745–5753. <https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.0c00420>
- Rahat, M., Shuja, S., Kanwal, S. S., Zafar, N., & Talib, S. (2024). Formulating Sulfate Free Shampoo: Composition, Benefits and Therapeutical Use. *African Journal of Biological Science*, 6(13), 4468–4483.
- Renung, R., & Mahreni. (2015). Biosurfaktan. *Eksergi*, XII(2), 12–22.
- Ríos, F., Fernández-Arteaga, A., Lechuga, M., & Fernández-Serrano, M. (2017). Ecotoxicological Characterization of Polyoxyethylene Glycerol Ester Non-Ionic Surfactants and Their Mixtures with Anionic and Non-Ionic Surfactants. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(11), 10121–10130. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8662-9>
- Rosen, M. J., & Kunjappu, J. T. (2012). *Surfactants and Interfacial Phenomena* (4th ed). Wiley.
- Salomon, G., & Giordano-Labadie, F. (2022). Surfactant Irritations and Allergies: *European Journal of Dermatology*, 32(6), 677–681. <https://doi.org/10.1684/ejd.2022.4290>
- Schramm, L. L., Stasiuk, E. N., & Marangoni, D. G. (2003). 2 Surfactants and Their Applications. *Annu. Rep. Prog. Chem., Sect. C: Phys. Chem.*, 99, 3–48. <https://doi.org/10.1039/B208499F>
- Sopiah, R. N. (2006). Laju degradasi Surfaktan Linear Alkil Benzena Sulfonate (LAS) Pada Limbah Deterjen Secara Anaerob Pada Reaktor Lekat Diam Bermedia Sarang Tawon. *Jurnal teknik Lingkungan*, 7(3), 243–250.
- Tyagi, V. K. (2006). Sulfosuccinates as Mild Surfactants. *Journal of Oleo Science*, 55(9), 429–439. <https://doi.org/10.5650/jos.55.429>

- Untari, E. K., & Robiyanto, R. (2018). Uji Fisikokimia dan Uji Iritasi Sabun Antiseptik Kulit Daun Aloe vera (L.) Burm. F. *Jurnal Jamu Indonesia*, 3(2), 55–61. <https://doi.org/10.29244/jji.v3i2.54>
- Uzwatania, F., Hambali, E., & Suryani, A. (2017). Sintesis Surfaktan Alkil Poliglikosida (APG) Berbasis Dodekanol dan Heksadekanol dengan Reaktan Glukosa Cair 75%. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 27(1), 9–16. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2017.27.1.9>
- Wardana, D., Ramadhan, A., Fitri Amne, D. P., & Eddiyanto, E. (2019). Utilization of Glycerol from Used Oil as an Ester Glycerol Surfactant. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology (IJCST)*, 2(2), 111. <https://doi.org/10.24114/ijcst.v2i2.13999>
- Wei, H., Zhang, R., Lei, Z., & Dang, L. (2021). Synergistic Effect of Cocamidopropyl Betaine and Sodium Lauroyl Sarcosinate. *Transactions of Tianjin University*, 27(5), 366–376. <https://doi.org/10.1007/s12209-020-00244-w>
- Zak, D., Hupfer, M., Cabezas, A., Jurasinski, G., Audet, J., Kleeberg, A., McInnes, R., Kristiansen, S. M., Petersen, R. J., Liu, H., & Goldhammer, T. (2021). Sulphate in Freshwater Ecosystems: A Review of Sources, Biogeochemical Cycles, Ecotoxicological Effects and Bioremediation. *Earth-Science Reviews*, 212, 103446. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103446>